

## PENGEMBANGAN MATERIAL SERBUK SILIKA UNTUK IDENTIFIKASI SIDIK JARI

Christine Elishian dan Rosi Ketrin

Pusat Penelitian Kimia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Jln. Cisit-Sangkuriang Bandung 40135  
Telp/Fax : (022) 2503051/ (022) 2503240  
E-mail : kristinshian@yahoo.com

Diterima : 12 Maret 2011; Disetujui : 7 April 2011

### ABSTRAK

Pengembangan material serbuk untuk pengidentifikasi sidik jari masih menjadi prioritas dalam bidang Hankam, khususnya tertulis dalam Agenda Riset Nasional 2006-2009, karena selama ini serbuk tersebut masih diimpor dari Amerika Serikat dan Jepang. Kehalusan serbuk menjadi salah satu faktor penting dalam pembuatan serbuk karena semakin halus serbuk yang digunakan, kemampuan melekatnya serbuk pada sidik jari laten makin baik dan juga visualisasinya semakin bagus. Oleh karena itu pada penelitian ini, telah dilakukan pembuatan nanosilika dengan menggunakan TEOS (tetraethoxysilane) sebagai precusor. Nanosilika ini berperan sebagai adhesive material pada serbuk pengambil sidik jari yang selanjutnya akan diberi warna hitam dengan menggunakan karbon hitam. Pada penelitian ini juga telah dilakukan optimasi pencampuran nanosilika dan karbon hitam, karakterisasi dan uji coba serbuk sehingga diperoleh serbuk pengidentifikasi sidik jari yang berkualitas dan murah untuk dapat diterapkan di POLRI sehingga dapat mendukung kemandirian bangsa dalam bidang pertahanan dan keamanan.

**Kata kunci :** Serbuk pengidentifikasi sidik jari, nanosilika, TEOS, karbon hitam

### ABSTRACT

*Development of powder material for fingerprint identification has become Indonesian Department of Safety and Defense priority, especially it was written in the National Research Agenda 2006-2009. Until now Indonesia still imported the powder from United States and Japan.*

*Powder fineness is one of the important factors, because finer the powder, more easily it stick to the latent fingerprint and better visualization result will be obtained. In this research, nanosilica was fabricated by used TEOS (tetraethoxysilane) as precursor. Nanosilica is an adhesive material in fingerprint powder while carbon is a coloring agent. In this research nanosilica and carbon black composition was optimized, and the powders were characterized and tried in order to get a fingerprint powder which have a better quality to be used by National Police and therefore it can support Indonesian autonomy in safety and defense.*

**Key words :** Fingerprint identifier material, nanosilika, TEOS, carbon black

### PENDAHULUAN

Kondisi dan perubahan situasi global serta perkembangan teknologi secara tidak langsung berdampak pada meningkatnya kasus kriminalitas. Banyak upaya yang dilakukan pihak kepolisian untuk mengungkapkan kasus kriminalitas, salah satunya dengan metoda daktiloskopi, yaitu identifikasi dengan merumuskan pola sidik jari yang ditemukan di tempat kejadian perkara lalu dibandingkan dengan *data base* kepolisian <sup>(1)</sup>. Metoda daktiloskopi dapat dijadikan dasar identifikasi karena setiap orang memiliki sidik jari yang khas dan berbeda dengan orang lain. Selain itu, sidik jari bersifat permanen, tidak berubah atau hilang selama manusia itu hidup.

Sidik jari laten merupakan deposit air, lemak, dan hasil sekresi pada suatu permukaan <sup>(2)</sup>. Sidik jari laten tidak kasat mata walaupun sesungguhnya ada



pola sidik jari di permukaan tersebut. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu material atau senyawa yang mampu memvisualisasikan sidik jari laten sehingga guratan-guratan sidik jari menjadi terlihat jelas pada suatu permukaan. Banyak material yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan sidik jari laten, namun material yang digunakan harus disesuaikan dengan kondisi atau bentuk permukaan tempat melekatnya sidik jari laten.

Serbuk pengambil sidik jari (*fingerprint powder*) adalah serbuk halus untuk memperjelas sidik jari laten di sebuah benda melalui penaburan serbuk ke permukaan yang terdapat sidik jari laten lalu menggosokkan kuas ke atasnya secara perlahan juga. Kemudian solasi ditempelkan ke bagian sidik jari dan dipindahkan di atas kertas dan diamati dalam penyelidikan<sup>(3)</sup>. Proses identifikasi dengan menggunakan serbuk sering digunakan oleh kepolisian, termasuk POLRI, karena relatif sederhana, murah, dan relatif mudah untuk dilakukan<sup>(4)</sup>. Berdasarkan data dari pihak Pusident Mabes POLRI, serbuk yang banyak digunakan adalah serbuk sidik jari berwarna hitam (*black fingerprint powder*). Akan tetapi selama ini serbuk yang digunakan masih diimpor dari Amerika Serikat dan Jepang sehingga masih ada ketergantungan terhadap produksi serbuk dari luar negeri.

POLRI, khususnya Laboratorium Fisika POLRI, telah berusaha membuat serbuk pengambil sidik jari, namun masih mengalami beberapa kendala, seperti serbuk yang mudah menggumpal atau tidak tahan lama dalam penyimpanan dan visualisasinya kurang jelas. Bertolak dari kenyataan ini, maka dilakukan penelitian mengenai pembuatan serbuk pengambil sidik jari berukuran nanometer. Dengan ukuran yang kecil dan luas permukaan serbuk yang lebih halus dari garis sidik jari, diharapkan serbuk yang dibuat dapat melekat dengan baik dan memberikan visualisasi yang jelas walaupun sudah disimpan dalam waktu yang cukup lama.

Pada prinsipnya serbuk pengidentifikasi sidik jari mengandung bahan pelekak (*adhesive*) dan pewarna. Bahan pelekak yang banyak digunakan adalah silika. Ukuran silika sangat mempengaruhi visualisasi dan proses pemelekatan serbuk. Semakin kecil ukuran silika yang digunakan, visualisasi serbuk menjadi lebih jelas dan proses pemelekatan serbuk pun semakin mudah. Sebagai pewarna serbuk pengidentifikasi

sidik jari biasa digunakan karbon atau zat warna (*dye*) untuk memperkuat warna<sup>(5, 6, 7, 8)</sup>.

Berdasarkan hasil studi literatur diperoleh beberapa zat warna yang dapat digunakan untuk memperkuat warna pada serbuk pengidentifikasi sidik jari, yaitu *rhodamine 6G*<sup>(5, 6, 7, 8)</sup>. Dari empat zat warna tersebut, hanya *methylene blue* yang tidak bersifat flouresen sehingga dapat diamati secara visual.

Prinsip kerja serbuk pengambil sidik jari adalah interaksi atau melekatnya serbuk secara mekanik dengan komponen sidik jari laten (air dan lemak) pada suatu permukaan<sup>(9)</sup>. Mekanisme melekatnya serbuk pada sidik jari dapat terjadi melalui dua mekanisme. Mekanisme pertama, keterikatan bahan dasar serbuk yang bersifat inert pada deposit lemak dari sidik jari. Mekanisme kedua, terjadinya proses melarutnya komponen deposit sidik jari dengan senyawa tertentu sehingga menghasilkan perubahan warna<sup>(10)</sup>.

Penelitian ini bertujuan membuat serbuk pengidentifikasi sidik jari yang berkualitas yang dapat diterapkan di POLRI sehingga dapat mendukung kemandirian bangsa dalam bidang pertahanan dan keamanan.

## BAHAN DAN METODA

### Bahan

Bahan yang digunakan adalah ammonium hidroksida, aquades, *Eriochrome Black T* (EBT), etanol 95%, nano karbon aktif dari Sigma Aldrich, *methylene blue*, natrium asetat, dan TEOS.

### Peralatan

Alat yang digunakan antara lain *magnetic stirrer* merk *Yellow MAG HS 7*, timbangan merk *Mettler Toledo AT200*, oven merk *Heraeus*, furnace merk *Vinci Technologies* dan *Thermolyne 46200*. Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik Pusat Penelitian Kimia-LIPI Bandung dan Serpong.

### Metoda

#### Prosedur Pembuatan nanosilika

Sebanyak 25 mL TEOS dicampur dengan 300 mL etanol dan 50 mL aquades di dalam



erlenmeyer selama 1 jam. Selanjutnya, ke dalam campuran ditambahkan 20 mL ammonium hidroksida tetes per tetes sambil terus dilakukan pengadukan. Dalam waktu 2 menit setelah semua ammonium hidroksida diteteskan ke erlenmeyer, campuran yang awalnya bening berubah menjadi putih susu (*opaque*). Campuran ini diaduk terus menerus selama 1 malam. Setelah itu, suspensi yang terbentuk di sentrifuse dan di cuci dengan campuran etanol air dengan perbandingan etanol : air = 10 : 90 v/v sebanyak 5 kali. Setelah itu, padatan dipisahkan dari pelarutnya dan dikeringkan pada oven 70°C selama 12 jam <sup>(1)</sup>. Selanjutnya dipindahkan ke furnace untuk dilakukan kalsinasi pada temperatur kalsinasi optimal, yaitu 800°C. Padatan yang terbentuk dikarakterisasi dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

#### Prosedur Pembuatan Serbuk Pengidentifikasi Sidik Jari Berwarna Hitam (*Black fingerprint powder*)

Serbuk nanosilika dengan nanokarbon dalam mortar, diaduk hingga tercampur rata. Ke dalam botol kecil dilarutkan sejumlah NaOAc dan *methylene blue* dalam campuran air dan alkohol (1:1). Ke dalam botol berisi larutan tersebut, dimasukkan campuran serbuk nanosilika-nanokarbon yang telah tercampur rata. Campuran diultrasonik selama 1 jam untuk menyempurnakan pencampuran. Hasil yang diperoleh selanjutnya dikeringkan.

Untuk mendapatkan komposisi yang benar dari setiap pereaksi di atas, dilakukan optimasi campuran dengan memvariasikan perbandingan komposisi dari setiap senyawa yang dicampurkan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Identifikasi serbuk pengidentifikasi sidik jari milik POLRI

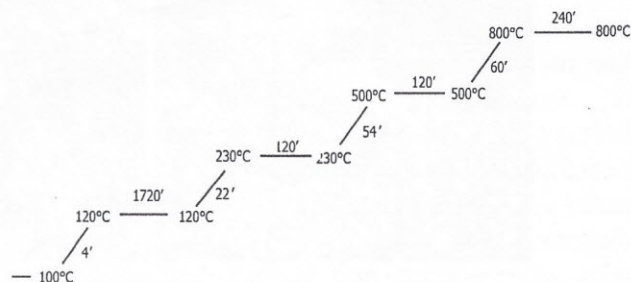
Karakterisasi serbuk pengidentifikasi sidik jari berwarna hitam (*black fingerprint powder*) dilakukan dengan menggunakan SEM-EDS (*Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*) untuk mengetahui bentuk morfologi serbuk dan komponen utama dari serbuk. Hasil karakterisasi dengan EDS menunjukkan bahwa komponen utama dari serbuk

pengidentifikasi sidik jari berwarna hitam adalah karbon (berkisar antara 99 – 99,5%) dan silika (berkisar antara 0,5 – 1%).

#### Pembuatan serbuk nano silika

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan material serbuk nano silika sebagai material dasar serbuk pengidentifikasi sidik jari. Nanosilika inilah yang nantinya akan diberi pewarna hitam sehingga material yang terbentuk mampu memberikan visualisasi sidik jari laten yang berada pada permukaan yang terang.

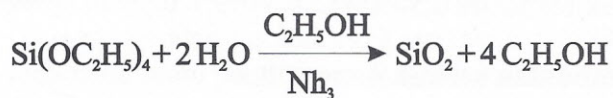
Silika dipilih sebagai komponen material serbuk pengidentifikasi sidik jari karena silika merupakan salah satu polimer resin yang mempunyai kemampuan untuk melekat pada deposit lemak yang merupakan komponen utama sidik jari. Nanosilika yang dibuat pada percobaan ini menggunakan tetraethoxysilane (TEOS) sebagai prekursor yang direaksikan dengan etanol dan ammonia. TEOS merupakan prekursor alkoksida dalam pembuatan nanosilika, aquades berfungsi sebagai penghidrolisis, ammonia berperan sebagai katalis basa, sedangkan etanol merupakan pelarut dalam reaksi pembentukan nanosilika. Kunci keberhasilan proses ini adalah pematangan yang dilakukan dengan proses pengadukan, di mana proses pengadukan seluruh campuran dilakukan selama satu malam agar proses pertumbuhan partikel berlangsung optimal dan hasil yang terbentuk sempurna. Proses nanosilika diakhiri dengan proses kalsinasi pada suhu tinggi sehingga terbentuk silika nanopartikel. Pada penelitian ini proses kalsinasi telah dilakukan pada beberapa temperatur kalsinasi yaitu 500°C, 600°C, 700°C, 800°C, dan 900°C, dan diperoleh temperatur optimum kalsinasi nanosilika yaitu pada 800°C, dengan kenaikan suhu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



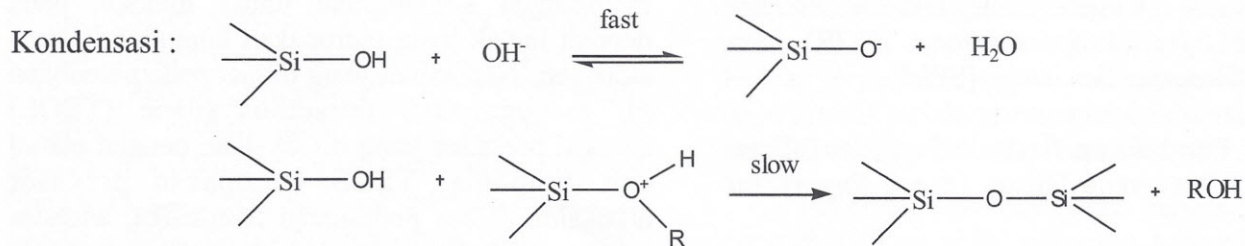
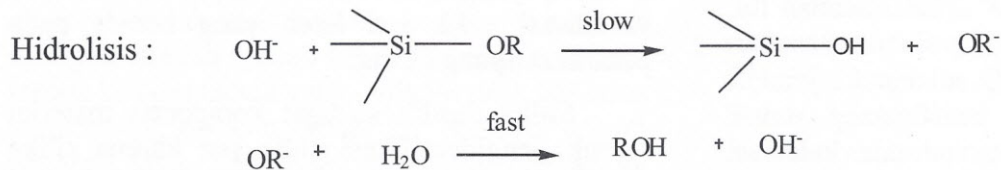
Gambar 1. Kenaikan suhu pada temperatur kalsinasi 800°C



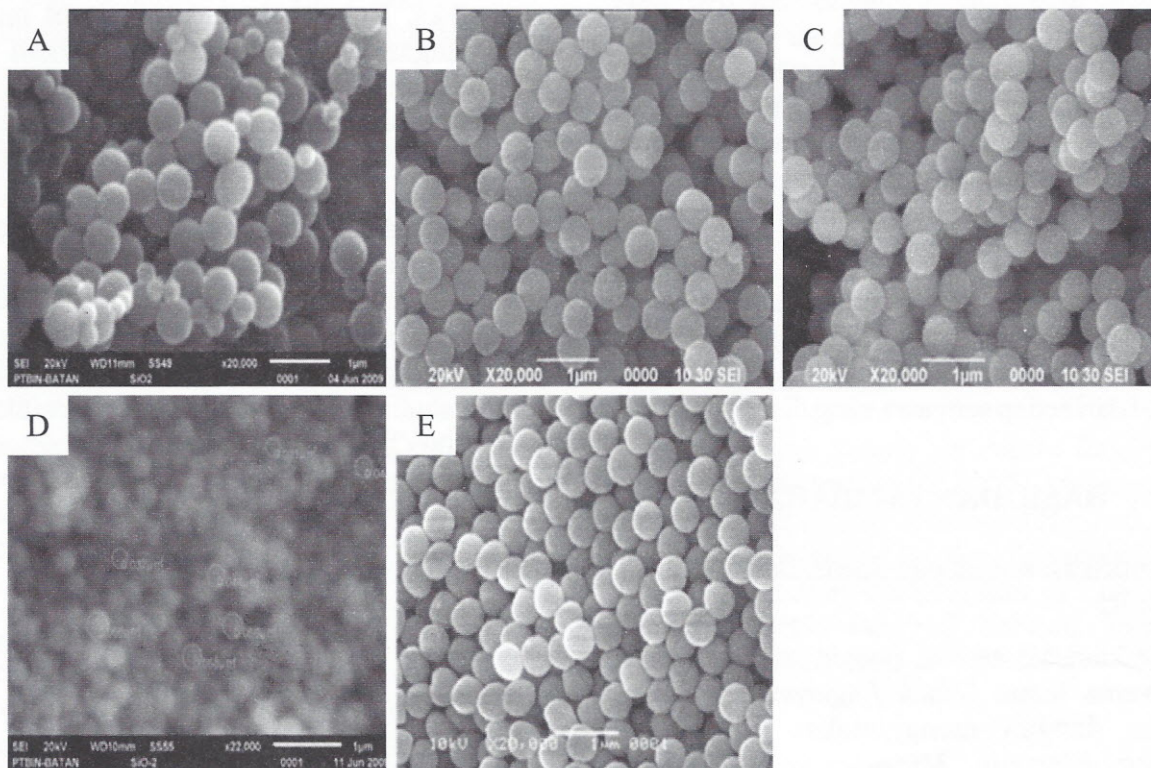
Secara garis besar reaksi yang terjadi pada pembuatan nanopartikel silika adalah<sup>(3)</sup>.



Melalui tahap mekanisme reaksi sebagai berikut:



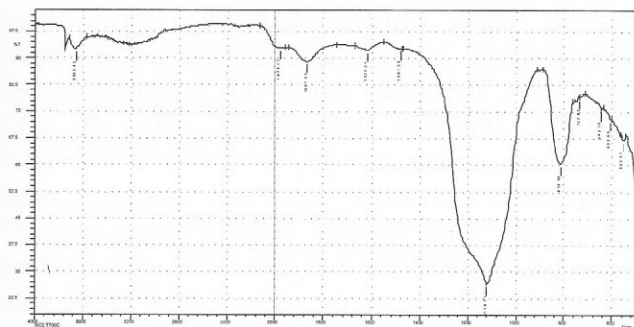
Silika hasil sintesis kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan hasilnya menunjukkan telah terbentuk nanopartikel silika dengan ukuran diameter partikel berkisar antara 30 hingga 100 nm (Gambar 2D) dan temperatur kalsinasi 800°C merupakan kondisi kalsinasi yang cukup baik untuk pembentukan nanosilika dibandingkan temperatur kalsinasi lainnya.



**Gambar 2.** Hasil analisis SEM untuk serbuk identifikasi sidik jari hasil sintesis dengan temperatur kalsinasi (A) 500°C (Ø partikel : 240-500 nm), (B) 600°C (Ø partikel : 300-560 nm), (C) 700°C (Ø partikel : 400-550 nm), (D) 800°C (Ø partikel : 30-100 nm), (E) 900°C (300-500 nm)



Selain karakterisasi SEM, juga dilakukan karakterisasi serbuk nanosilika yang diperoleh pada temperatur kalsinasi 800°C dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) (Gambar 3). Dari hasil karakterisasi FTIR tersebut menunjukkan serbuk nanosilika dengan temperatur kalsinasi 800 °C memberikan serapan yang kecil pada daerah 3200 cm<sup>-2</sup> dan 3600 cm<sup>-2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu kalsinasi ini hampir tidak ada air yang terikat pada silika. Pada FTIR serbuk nanosilika ini terdapat 3 puncak yang menunjukkan adanya pita *stretching* Si-O-Si simetris yaitu 553, 605 cm<sup>-1</sup>, dan 642 cm<sup>-1</sup> dan pita *stretching* Si-C muncul pada sekitar daerah 813 cm<sup>-1</sup>. Pada daerah sekitar 1100 cm<sup>-1</sup> terdapat pita Si-O (rantai terbuka)<sup>(11)</sup>. Pada silika dengan suhu kalsinasi 800°C ini tidak terdapat gugus C-H *stretching* pada daerah sekitar 2800 dan 3000 cm<sup>-1</sup>. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam silika hasil sintesis sudah bersih atau tidak lagi mengandung residu senyawa organik yang berasal dari etanol yang digunakan dalam proses sintesis.



Gambar 3. Spektra FTIR untuk serbuk nanosilika hasil dengan temperatur kalsinasi 800°C.

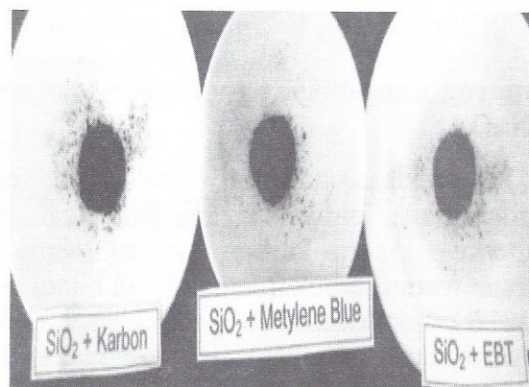
Serbuk pengidentifikasi sidik jari berwarna hitam diperoleh dengan mencampurkan nanosilika dan nanokarbon. Untuk memperkuat warna yang terbentuk, ditambahkan *dye* atau zat warna. Diharapkan, zat warna ini dapat mendukung kinerja karbon hitam dalam pewarnaan dan pemekatan serbuk. Pada penelitian ini telah dilakukan proses pembuatan serbuk pengidentifikasi sidik jari berwarna hitam yang merupakan campuran dari karbon dan silika. *Pencampuran hanya dilakukan secara fisika saja.*

#### Campuran nanosilika dan *dye* (zat warna)

Untuk mempelajari pentingnya nanokarbon di dalam serbuk pengidentifikasi sidik jari, dilakukan penelitian berikut. Serbuk dibuat hanya dengan mencampurkan nanosilika dan zat warna,

tanpa menggunakan nanokarbon. Hasilnya kemudian dibandingkan.

Sebagai pembanding, digunakan *Eriochrome Black T* atau EBT yaitu zat warna yang biasa tersedia di laboratorium dan tidak bersifat fluoresen, sehingga dapat diamati secara visual. Bentuk fisik serbuk yang didapatkan dengan pencampuran nanosilika dengan masing-masing zat warna tersebut dibandingkan dengan hasil pencampuran nanosilika dan nanokarbon dapat dilihat pada Gambar 4.



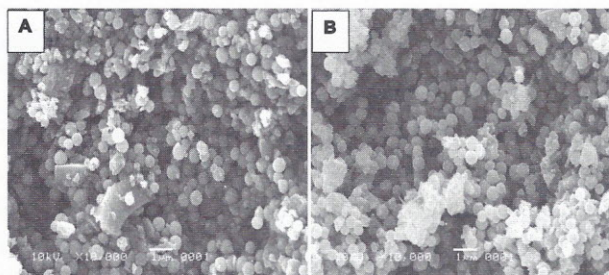
Gambar 4. Foto serbuk hasil sintesis. Perbandingan penggunaan karbon *methylene blue*, dan *eriochrome black T* sebagai pemberi warna pada serbuk.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa nanokarbon memang diperlukan untuk memberikan warna hitam pada serbuk. Serbuk hasil pencampuran nanosilika dengan *methylene blue* memberikan warna hitam kebiruan, sedangkan serbuk pencampuran nanosilika dengan EBT cenderung berwarna coklat kemerahan (Gambar 4).

#### Campuran nanosilika, nanokarbon, dan zat warna

Seperti telah dijelaskan di atas, nanokarbon diperlukan untuk memberikan warna hitam pada serbuk yang dihasilkan. Tetapi zat warna pun diperlukan untuk memperkuat warna hitam serbuk, karena tanpa penambahan zat warna, warna serbuk sedikit keabu-abuan atau tidak benar-benar hitam. Hasil karakteristik dengan SEM dari campuran nanosilika, nanokarbon dan masing-masing zat warna yang diberikan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa *methylene blue* lebih baik daripada EBT. *Methylene blue* dapat tersebar secara merata, sedangkan EBT tidak merata.

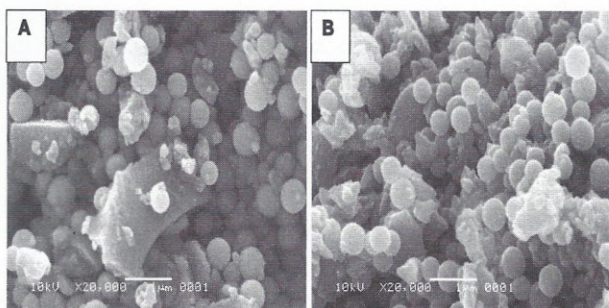




**Gambar 5.** Hasil analisis SEM untuk serbuk pengidentifikasi sidik jari, pembesaran 10000 kali: (A) Si:C:MB = 1:1:0,4; (B) Si:C:EBT = 1:1:0,4

### Campuran nanosilika, nanokarbon, zat warna dan NaOAc

Penambahan natrium asetat pada serbuk pengidentifikasi sidik jari ini berfungsi untuk memperkuat kinerja karbon dan zat warna, dan membuat warna serbuk menjadi lebih hitam pekat. Dari hasil karakterisasi SEM pada Gambar 6 terlihat bahwa partikel campuran tersebar secara lebih merata dengan adanya natrium asetat.

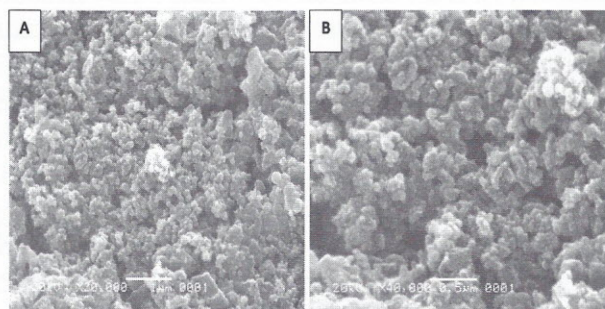


**Gambar 6.** Hasil SEM Perbandingan penggunaan natrium asetat. perbesaran 20000 kali: (A) Si:C:MB = 1:1:0,4; (B) Si:C:MB:NaOAc = 1:1:0,4:0,4.

### Optimasi campuran nanosilika, nanokarbon, zat warna dan NaOAc

Untuk mendapatkan komposisi yang tepat dari setiap pereaksi di atas (nanosilika, nanokarbon, zat warna, dan NaOAc), dilakukan optimasi campuran dengan memvariasikan perbandingan komposisi dari setiap senyawa yang dicampurkan yaitu dengan 15 macam perbandingan dengan rentang antara 0,1 – 2 untuk masing – masing pereaksi. Dari hasil variasi perbandingan komposisi tersebut, diperoleh komposisi optimum untuk pembuatan serbuk pengidentifikasi sidik jari yaitu nanosilika :

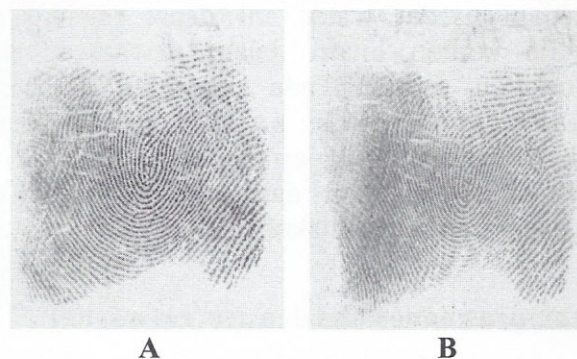
nanokarbon : methylene blue : NaOAc = 1 : 1 : 0,5 : 0,25. Hal ini ditentukan berdasarkan hasil karakterisasi dengan menggunakan SEM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Hasil SEM komposisi optimum serbuk pengidentifikasi sidik jari : nanosilika : nanokarbon : methylene blue : NaOAc = 1 : 1 : 0,5 : 0,25 (A) Pembesaran 20000x (B) Pembesaran 40000x

### Uji coba serbuk pengidentifikasi sidik jari

Serbuk pengidentifikasi sidik jari hasil sintesis telah diujicobakan di Laboratorium Daktiloskopi Pusat Identifikasi Markas Besar Kepolisian Republik Indonesia (Pusident Mabes POLRI), Tim Lab Daktiloskopi. Hasil uji coba tersebut menunjukkan bahwa serbuk pengidentifikasi sidik jari hasil sintesis sudah bagus dan dapat dipakai. Namun masih terdapat beberapa kekurangan dari serbuk pengidentifikasi sidik jari hasil sintesis ini, yaitu serbuk masih sulit untuk diangkat dengan menggunakan kuas serbuk. Gambar 8 menunjukkan hasil uji coba serbuk hasil sintesis, dibandingkan dengan serbuk pengidentifikasi sidik jari import dengan merk Sierchie.



**Gambar 8.** Hasil uji coba serbuk pengidentifikasi sidik jari : (A) Hasil sintesis (LIPI); (B) Sierchie



## KESIMPULAN

Dari penelitian ini telah dibuat serbuk pengidentifikasi sidik jari dari campuran nanosilika, nanokarbon, methylene blue dan NaOAc. Didapatkan bahwa komposisi nanosilika : nanokarbon : methylene blue : NaOAc = 1 : 1 : 0,5 : 0,25 memberikan serbuk dengan hasil terbaik, yaitu partikel campuran terlihat lebih merata dan seragam, rapat, dan berukuran nano.

Adapun nanosilika yang digunakan merupakan hasil sintesis, dan didapatkan bahwa kalsinasi pada temperatur 800°C telah menghasilkan silika yang berukuran nano. Serbuk pengidentifikasi sidik jari hasil sintesis sudah bisa di aplikasinya namun masih memerlukan penelitian lebih mendalam mengenai komposisi, ukuran dan berat molekul serbuk.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh staf bidang kimia analitik dan standar Pusat Penelitian Kimia – LIPI yang telah membantu dalam penelitian ini, yaitu Eka Mardika, Willy Cahyanugraha, Yosi Aristiawan dan Sujarwo.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Theaker, B.J., Hudson, K.E., dan Rowell, F.J., *Doped Hydrophobic Silica Nano- and Micro-particles as a Novel Agents for Developing Latent Fingerprints*, Forensic Science International 174: 26-34, (2008)
2. Yamagata, C., Ussui, V., Andrade, J.D., Paschoal, J.O.A., *Synthesis of Nanosilica Powders by Recovering an Effluent from Pure Zirconia Powder Production Process via Wet Chemical Process*, Instituto de Pesquisas Energeticas e Nucleares, Brazil (2005)
3. Chrusciel, J. and Slusarski, L., *Synthesis of Nanosilica by Sol-Gel Method dan Its Activity Toward Polymers*, Material Science, 21 (4): 461-470 (2003)
4. Green, D.L., Lin, J.S., Lam, Y.F., Hu, Y.Z., Sehafer, D.W., Harris, M.T., 2003, *Size, Volume Fraction, and Nucleation of Stober Silica Nanoparticles*, Journal of Colloid and Interface Science 266: 346–358 (2003)
5. Quan Chen, Wai Tat Kerk, Andrew M, Soutar, Xian Ting Zeng., *Application of Dye Intercalated Bentonite for Developing Latent Fingerprints*, Applied Clay Science 44: 156-160(2009)
6. Sodhi, G.S., Kaur, J., *Fingerprint Powder Formulation Based on Azure II Dye*, Defence Science Journal, 54 (2): 179-182 (2004)
7. Sodhi, G.S. dan Kaur, J., *Organic Fingerprint Powders Based on Fluorescent Phloxine B Dye*, Defence Science Journal, 50 (2), 213-215(2000)
8. Mopoung, S., Thongcharoen, P., *Coloured Intensity Enhancement of Latent Fingerprint Powder Obtained from Banana Peel Activated Carbon with Methylene Blue*, Scientific Research and Essay, 4 (1), 008-012(2009)
9. Jasuja, O.P., Singh, G.D., dan Sodhi, G.S., *Small Particle Reagents : Development of Fluorescent Variants*, Science and Justice 48 (3) 141-145(2008)1.
10. Molina, O.G., Westminster, Calif., *Fingerprint Powder and Method of Application*, United States Patent 4: 176-205(1979)
10. Weast, R.C., CRC Handbook of Chemistry and Physics, The Chemical Rubber CO, F170-F187, (1969)